

Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales 2018

Docencia
Investigación
Extensión
Gestión



DOCENCIA
INVESTIGACIÓN
EXTENSIÓN
GESTIÓN

Comisión evaluadora

Dirección General

Decano de la Facultad
de Arquitectura y Urbanismo

Dirección Ejecutiva

Secretaría de Investigación

Comité Organizador

Herminia ALÍAS
Andrea BENÍTEZ
Anna LANCELE
Patricia MARIÑO

Coordinación editorial

y Compilación
Secretaría de Investigación

Diseño y Diagramación

Marcelo BENÍTEZ

Corrección de texto

María Cecilia VALENZUELA

Impresión

Editar SRL/ Cacique Ñaré 151/
Resistencia/ Chaco/ Argentina/
imprenta@editarsrl.com

Colaboración

Lucrecia SELUY
Cecilia DE LUCCHI

Edición

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional del Nordeste
(H3500COI) Av. Las Heras 727 |
Resistencia | Chaco | Argentina
Web site: <http://arq.unne.edu.ar>

Teresa ALARCÓN / Jorge ALBERTO / María Teresa
ALCALÁ / Gisela ÁLVAREZ Y ÁLVAREZ / Abel
AMBROSETTI / Guillermo ARCE / Julio ARROYO
/ Teresa Laura ARTIEDA / Milena María BALBI /
Indiana BASTERRA / Gladys Susana BLAZICH
/ Walter Fernando BRITES / César BRUSCHINI
/ René CANESE / Rubén Osvaldo CHIAPPERO
/ Enrique CHIAPPINI / Mauro CHIARELLA /
Susana COLAZO / Mario E. DE BÓRTOLI / Patricia
DELGADO / Claudia FINKELSTEIN / María del
Socorro FOIO / Pablo Martín FUSCO / Graciela
Cecilia GAYETZKY de KUNA / Claudia Fernanda
GÓMEZ LÓPEZ / Elcira Claudia GUILLÉN / Delia
KLEES / Amalia LUCCA / Elena Silvia MAIDANA
/ Sonia Iratí MARIÑO / Fernando MARTÍNEZ
NESPRA / Aníbal Marcelo MIGNONE / María
del Rosario MILLÁN / Daniela Beatriz MORENO
/ Martín MOTTA / Bruno NATALINI / Claudio
NÚÑEZ / Patricia NÚÑEZ / Susana ODENA /
Mariana OJEDA / María Mercedes ORAISON /
Silvia ORMAECHEA / María Isabel ORTIZ / Jorge
PINO / Nidia PIÑEYRO / Ana Rosa PRATESI /
María Gabriela QUIÑÓNEZ / Liliana RAMÍREZ /
María Ester RESOAGLI / Mario SABUGO / Lorena
SÁNCHEZ / María del Mar SOLÍS CARNICER /
Luciana SUDAR KLAPPENBACH / Luis VERA.

ISSN 1666-4035

Reservados todos
los derechos. Im-
preso en Vía Net,
Resistencia, Chaco,
Argentina. Octubre
de 2018.

La información contenida en este volumen
es absoluta responsabilidad de cada uno
de los autores.

Quedan autorizadas las citas y la
reproducción de la información contenida
en el presente volumen con el expreso
requerimiento de la mención de la fuente.



DISEÑO SUSTENTABLE DE CERRAMIENTOS VERTICALES EN ARQUITECTURA. ANÁLISIS DE SU COMPORTAMIENTO TÉRMICO

TOSI AROMI, Nahia C.; Ing. GALLIPOLITI Virginia A.; Dr. Arq. VEDOYA, Daniel.
danielnahia_tosi@hotmail.com

Cátedras Instalaciones II,
Construcciones II. Dpto.
Tecnología y la Producción.
Facultad de Arquitectura y
Urbanismo, UNNE.

INTRODUCCIÓN

Se busca verificar la siguiente hipótesis: "la aplicación de cerramientos verticales verdes en los edificios del NEA de Argentina constituye una innovación tecnológica que reduce significativamente los costos de mantenimiento y disminuye a un mínimo aceptable los gastos en equipos de acondicionamiento ambiental", a través de la propuesta de una tecnología denominada "*muro verde*", que cumpla con las condiciones higrotérmicas óptimas para la región del NEA, así como también verificar su disponibilidad en el mercado local tanto de sus elementos como de mano de obra especializada en su construcción. Para ello en primer lugar se hará un estudio de las tipologías más habituales en la construcción de cerramientos verticales en nuestra región, un análisis de sus características constructivas y su adecuación al clima local. Esta base de datos servirá luego para realizar una comparación con la propuesta de *muro verde*, en cuanto a su factibilidad de construcción y propiedades higrotérmicas. La obtención de estos datos precisos sobre los materiales analizados (diversas tipologías de cerramientos habitualmente usados en la región, así como también características del *muro verde*) y su

comportamiento frente al clima local se realizará a través del cálculo de la conductividad térmica y condiciones higrotérmicas estandarizadas.

En una segunda etapa, la propuesta de un cerramiento "*muro verde*" cuya tecnología cumpla con los requisitos para poder considerarse un elemento que contribuya al desarrollo sustentable del medio ambiente nos remitirá a la búsqueda de datos de proveedores, costos y mano de obra especializada, entre otros, para verificar la factibilidad de su ejecución en la región.

En el marco del Programa de Becas de Estímulo a las Vocaciones Científicas CIN-EVC, se desarrolla el tema "Diseño sustentable de cerramientos verticales en arquitectura. Análisis de su comportamiento térmico", con el propósito de ampliar conocimientos sobre los cerramientos verticales "verdes" y su desenvolvimiento en la región del NEA para crear bases sólidas que justifiquen su implementación, teniendo en cuenta que es un elemento constructivo que se emplea

RESUMEN

Esta comunicación se propone difundir las actividades desarrolladas en cumplimiento del plan de trabajo "Diseño sustentable de cerramientos verticales en arquitectura. Análisis de su comportamiento térmico", del Programa EVC-CIN 2017. Se investigará la viabilidad del uso de "pieles verdes" en nuestra región NEA, a través del estudio del desempeño higrotérmico en el acondicionamiento de ambientes interiores, su adecuación al clima local y la comparación con el desempeño de otros cerramientos comúnmente utilizados. Se describen los avances realizados hasta la fecha que implicaron búsqueda bibliográfica, conclusiones sobre estudios de transmitancia térmica, antecedentes y aspectos constructivos del *muro verde*.

PALABRAS CLAVE

Muros verdes; sustentabilidad; arquitectura.



en diversas partes del mundo y que en los últimos años se ha vuelto muy popular gracias a la concientización sobre la problemática ambiental a nivel mundial. Se enumeran a continuación ejemplos en el mundo, el continente, el país y la región:

- **Musee du Quai Branly.** Ubicado en París, Francia. Año de construcción: 2006, Arq. Jean Nouvel.

- **Harmonia 57.** Ubicado en Sao Paulo, Brasil. Año de construcción: 2008, arquitectos del estudio Triptyque: Greg Bousquet, Carolina Bueno, Guillaume Sibaud e Olivier Raffaelli.

- **Sucursal de Arredo.** Ubicado en avenida Libertador, en Capital Federal, Buenos Aires, Argentina. Año de construcción y arquitectos desconocidos. Jardín vertical construido por Gwall.

- **Edificio Torres de Alvear.** Ubicado en Resistencia, Chaco, Argentina.

La temática abordada es de suma importancia, dado que impacta no solo sobre el cuidado del medio ambiente con la posible disminución del consumo energético gracias a una buena aislación térmica en las construcciones, sino también en la salud de los usuarios, quienes al no contar con las condiciones adecuadas de confort higrotérmico podrían tener serias consecuencias en su bienestar físico.

DESARROLLO

Desde finales del siglo XX, junto con la toma de conciencia sobre el agotamiento de los recursos naturales y el perjuicio ambiental que se genera con la eliminación de residuos y

gases contaminantes, empezaron a aparecer conceptos relacionados con la sustentabilidad, cambiando el paradigma en la arquitectura hacia la búsqueda de nuevas soluciones que permitieran satisfacer las necesidades presentes sin poner en peligro a las generaciones futuras. Es por esto que se dan soluciones activas y pasivas en el ámbito constructivo, con el objeto de lograr una disminución en el consumo energético. Los avances tecnológicos permitieron a los hombres desarrollar nuevos sistemas constructivos con múltiples beneficios que ayuden a atenuar estos problemas sin perder condiciones de confort.

Las llamadas *pieles verdes* son aquellas envolventes de los edificios que poseen vegetación natural de varias especies en su superficie, contando con diversos sustratos que hacen posible su colocación y mantenimiento. El paramento de un jardín vertical (McRae Anderson, 2008) está constituido de la siguiente manera:

1. Una estructura de soporte, que sirve como anclaje al paramento del edificio y ayuda a sostener los paneles.
2. Impermeabilización adecuada para evitar el paso de la humedad hacia el paramento.
3. Los módulos de dichos paneles que contienen el sustrato, es decir las raíces y el medio de cultivo.
4. El método de riego automatizado que hace efectivo el mantenimiento de la vegetación, llamado sistema hidropónico. Este puede presentar variaciones constructivas dependien-

do de la tecnología elegida. Las más comunes son el sistema aeropónico (donde se las cultiva en el aire haciendo uso de la niebla en un entorno semicerrado prescindiendo del suelo); el sistema de riego por goteo (con el cual se optimiza el agua y el abono al utilizar las cantidades necesarias) y los sistemas de inundación y drenaje (los que deben contar con un canal que transporte el agua, un sistema de bombas automáticas que hagan posible el ciclo de reutilización del agua de riego y depósito para esta);

5. La vegetación propiamente dicha, siendo esta para exteriores de crecimiento rápido y con gran capacidad de resistencia a lluvias y asoleamiento, y debiendo ser propia de la zona en donde será construido el paramento para su buen desarrollo y crecimiento.

6. Un sistema de drenaje, ya sea como una superficie húmeda o un canal colector.

En la figura 1 se observan esquemas de diversas tipologías de muros verdes comercializadas por la empresa "GSky", en las cuales se pueden distinguir los elementos descritos anteriormente.

Constituye una propuesta atractiva para la contribución al cuidado medioambiental, debido a sus múltiples beneficios (Generación verde, 2010):

- Producción de oxígeno y absorción de dióxido de carbono a través del proceso de fotosíntesis, por lo que podría ser favorable en ciudades donde los grados de contaminación



por CO2 son alarmantes y no se dispone de terrenos para la creación de áreas verdes, ya que se maximiza de esta manera el aprovechamiento del espacio en sentido vertical.

- La vegetación del paramento, gracias a su capacidad de absorción de calor y humedad, permite una disminución en el consumo energético.
- Estética de diseño natural, que hace atractivo el edificio y llamativo desde el punto de vista del *marketing*, porque da una buena imagen al asociarlo con la naturaleza.
- Reducen la contaminación sonora al actuar como absorbentes del ruido, creando una aislación en el interior de edificios que puede ser muy positiva, sobre todo en centros urbanos con grandes flujos de tránsito.
- Se pueden generar microclimas al tratarse de un espacio propen-

so para el desarrollo de pequeños ecosistemas.

Pese a las ventajas enumeradas y al conocimiento que se tiene hoy en día sobre estas, no es un método muy utilizado en la construcción debido a sus elevados costos no solo de ejecución sino también de mantenimiento. Es importante verificar que las consideraciones necesarias que tener en cuenta para la realización del diseño de un jardín vertical propicien condiciones favorables para su ejecución, siendo estas de suma importancia dado a que, si no son analizadas, podrían causar mayores costos por arreglos en un futuro.

En un primer lugar, es importante tener en cuenta la capacidad de carga del paramento que va a ser-

vir como estructura de soporte de los paneles, dado a que estos tienen un peso considerable. Si la pared no está preparada estructuralmente para recibir dicha solicitación, se podrían generar problemas por desmoronamientos o fisuras debido al sobrepeso. Otro factor que tener en cuenta es la impermeabilización, dado que si no es adecuada o está mal resuelta, se podrían generar problemas en la construcción, con presencia de patologías formadas gracias a la humedad traspasada de una cara del paramento a la otra.

Por otro lado, como ya se mencionó anteriormente, es fundamental escoger especies que crezcan en la zona para que puedan soportar las condiciones ambientales del lugar, y estudiar las alternativas de sistemas



Figura 1. Esquemas de muros verdes con ventajas enumeradas según el caso. Fuente: <https://gsky.com/>

de riego para su mantenimiento, con el objeto de determinar cuál es la más conveniente según el caso, y si se deben disponer nutrientes o insecticidas. Si esto último no es tenido en cuenta, las probabilidades de supervivencia de dicha vegetación son muy bajas, lo que traería como consecuencia un daño irremediable y la necesidad de su reemplazo, lo cual también implicaría grandes pérdidas de dinero.

Otra consideración clave a la hora de plantear el uso de esta tecnología es la buena ventilación, debido a que si no se cuenta con ella, no se pueden realizar los ciclos de fotosíntesis claves para la vida de las plantas y para el correcto funcionamiento del sistema, tanto como la transpiración. Por esto se debe verificar que no se coloquen sistemas de ventiladores o aires acondicionados junto a la plantación, debido a que esto podría causar que se secaran al provocarles una pérdida excesiva de humedad. Se debe tener en cuenta la ubicación del paramento para evitar que estos problemas lleven a su deterioro y a la formación de hongos (McRae Anderson, 2008).

Para ver si es factible su aplicación en la región del NEA, se estudió la normativa IRAM 11603, la cual distingue zonas dentro de la República Argentina con el objeto de indicar las características de los climas de cada región y poder, con esos datos, elaborar pautas para el diseño arquitectónico que contribuyan al buen

acondicionamiento térmico de los edificios. Se determina que la región analizada se encuentra dentro de la zona bioambiental "I", subzona "b", siendo esta denominada "Muy cálida con amplitudes térmicas menores que 14 C°", donde se recomienda una mayor aislación térmica y disminución de superficies en aquellas paredes que estén orientadas hacia el este y al oeste. También se establece que las condiciones en invierno no tienen tanta relevancia debido a que este no presenta temperaturas muy bajas ni de períodos de larga duración (Normas IRAM 11603).

De análisis realizados en una base de datos de la cátedra construcciones I de la FAU-UNNE, que gentilmente ofrecieron esta información, se pudieron seleccionar las siguientes vegetaciones para nuestra zona: ellas pertenecen a las especies de Drácena de hoja fina tricolor, cola de zorro verde, Lantana Blanca y diversos tipos de jazmines. Las dimensiones varían desde los 0.75m de altura hasta los 6 m aproximadamente, según la especie elegida. Los follajes son diversos, presentando una gran variedad de colores y formas, por lo que se las puede combinar para crear una imagen atractiva. La floración se da mayormente en primavera y/o en verano, teniendo en cuenta la temperatura del emplazamiento (Lucero, 2018).

Se elaboraron planillas de cálculo para determinar la resistencia térmica de los diversos cerramientos propuestos, siendo estos ladrillos

Retak, ladrillos semimacizos de 15 cm con revoque en ambas caras, ladrillos huecos de 18 cm y semimacizos de 15 cm a la vista. Los que mejores resultados mostraron fueron los primeros, con una transmitancia térmica de 1,43 W/m²°C (NIVEL B: medio para la zona bioambiental I en verano e invierno), y los menos favorables fueron los últimos con 2,69 W/m²°C (que exceden el NIVEL C: mínimo para la zona bioambiental I en verano e invierno), siendo la tecnología que utiliza bloques de hormigón de celulosa curados en autoclave (Retak) los que se tendrán en cuenta para el posterior análisis de balance térmico en el modelo de vivienda.

CONCLUSIONES

Esta investigación fue iniciada recientemente, por lo que no se obtuvieron resultados definitivos por el momento. Un primer análisis de cerramientos verticales más usuales en la región NEA demostró un buen comportamiento del bloque de hormigón de celulosa curado en autoclave. Se realizó un desarrollo de marco teórico respecto de la temática de jardines verticales, con el objeto de disponer de información que sirviera de guía para el resto de la investigación. Respecto del comportamiento térmico, se plantea en el marco de este trabajo la posibilidad de reducir el consumo energético mediante la utilización de paredes verdes, las cuales contribuyen a su vez a la mejora de las condiciones ambientales al producir oxígeno.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

McRae Anderson (2008). "Creating the Ultimate Greenwall", disponible en: <https://www.buildings.com/article-details/articleid/6458/title/creating-the-ultimate-greenwall>. Sitio oficial de empresa GSKy <https://gsky.com/>.

Grupo de trabajo Generación verde (2010). "Beneficios de muros verdes" y "Beneficios de muros verdes para la salud", disponibles en: <https://generacionverde.com/beneficios-jardines-verticales/> ; <https://generacionverde.com/blog/ambiental/beneficios-de-los-jardines-verticales-para-la-salud/>.

"Creating the Ultimate Greenwall" disponible en: <https://www.buildings.com/article-details/articleid/6458/title/creating-the-ultimate-greenwall>; Grupo de trabajo Generación verde, año 2010, "Construcción de un jardín vertical", disponible en: <https://generacionverde.com/muros-verdes-en-cdmx/>.

Normas IRAM 11603.

Publicación de la cátedra Construcciones I, año 2018, Arq. José Lucero sobre Pielas Verdes. ■

